

ANEXO: Información ATmega328

Instrucciones de transferencia de datos

Sintaxis	Descripción	Rango	Operación	Banderines	Ciclos
MOV	Rd,Rr	$d,r \in [0,31]$	$Rd \leftarrow Rr$	Ninguno	1
MOVW	Rd,Rr	$d,r \in \{0,2,4,\dots,30\}$	$Rd+1:Rd \leftarrow Rr+1:Rr$	Ninguno	1
LDI	Rd,k	$d \in [16,31]$ $k \in [0,255]$	$Rd \leftarrow k$	Ninguno	1
LDS	Rd,k	$d \in [0,31]$ $k \in [0,65535]$	$Rd \leftarrow (k)$	Ninguno	2
LD	Rd,X Rd,X+ Rd,-X Rd,Y Rd,Y+ Rd,-Y Rd,Z Rd,Z+ Rd,-Z	$d \in [0,31]$	$Rd \leftarrow (X)$ $Rd \leftarrow (X); X \leftarrow X+1$ $X \leftarrow X-1; Rd \leftarrow (X)$ $Rd \leftarrow (Y)$ $Rd \leftarrow (Y); Y \leftarrow Y+1$ $Y \leftarrow Y-1; Rd \leftarrow (Y)$ $Rd \leftarrow (Z)$ $Rd \leftarrow (Z); Z \leftarrow Z+1$ $Z \leftarrow Z-1; Rd \leftarrow (Z)$	Ninguno	2
LDD	Rd,Y+q Rd,Z+q	$d \in [0,31]$ $q \in [0,63], q \geq 0$	$Rd \leftarrow (Y+q)$ $Rd \leftarrow (Z+q)$	Ninguno	2
STS	k, Rr	$r \in [0,31]$ $k \in [0,65535]$	$(k) \leftarrow Rr$	Ninguno	2
ST	X,Rr X+,Rr -X,Rr Y,Rr Y+,Rr -Y,Rr Z,Rr Z+,Rr -Z,Rr	$r \in [0,31]$	$(X) \leftarrow Rr$ $(X) \leftarrow Rr; X \leftarrow X+1$ $X \leftarrow X-1; (X) \leftarrow Rr$ $(Y) \leftarrow Rr$ $(Y) \leftarrow Rr; Y \leftarrow Y+1$ $Y \leftarrow Y-1; v(Y) \leftarrow Rr$ $(Z) \leftarrow Rr$ $(Z) \leftarrow Rr; Z \leftarrow Z+1$ $Z \leftarrow Z-1; (Z) \leftarrow Rr$	Ninguno	2
STD	Y+q,Rr Z+q,Rr	$r \in [0,31]$ $q \in [0,63], q \geq 0$	$(Y+q) \leftarrow Rr$ $(Z+q) \leftarrow Rr$	Ninguno	2
LPM	Rd,Z Rd,Z+		$R0 \leftarrow (Z)$ $Rd \leftarrow (Z)$ $Rd \leftarrow (Z); Z \leftarrow Z+1$	Ninguno	3
SPM			$(Z) \leftarrow R1:R0$	Ninguno	-
IN	Rd,I/O(A)	$d \in [0,31]$ $A \in [0,63]$	$Rd \leftarrow I/O(A)$	Ninguno	1
OUT	I/O(A),Rr	$r \in [0,31]$ $A \in [0,63]$	$I/O(A) \leftarrow Rr$	Ninguno	1
PUSH	Rr	$r \in [0,31]$	$STACK \leftarrow Rr$	Ninguno	2
POP	Rd	$d \in [0,31]$	$Rd \leftarrow STACK$	Ninguno	2

Instrucciones de manejo de bits

Sintaxis	Descripción	Rango	Operación	Banderines	Ciclos
SWAP	Rd	$d \in [0,31]$	$Rd(3..0) \leftarrow \rightarrow Rd(7..4)$	Ninguno	1
SBI	A,b	$b \in [0,7]$ $A \in [0,31]$	$I/O(A,b) \leftarrow 1$	Ninguno	2
CBI	A,b	$b \in [0,7]$ $A \in [0,31]$	$I/O(A,b) \leftarrow 0$	Ninguno	2
SEcc	(Ver Nota)			cc	1
CLcc	(Ver Nota)			cc	1

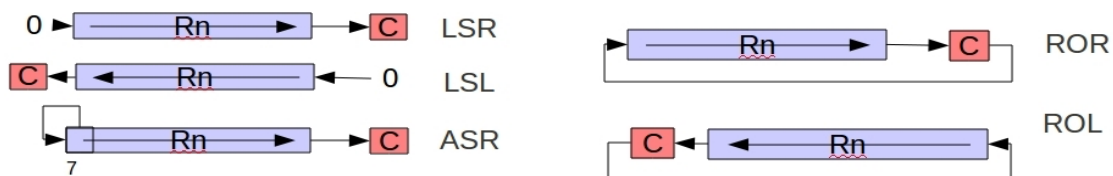
(Nota: En SEcc y CLcc, cc = C,N,T,Z,I,V,H,S)

Instrucciones de control del sistema

Sintaxis	Descripción	Rango	Operación	Banderines	Ciclos
NOP	Nada			Ninguno	1
BREAK	Para depuración			Ninguno	N/A
WDR	Reinicia el temporizador del perro guardián			Ninguno	1
SLEEP	Dormir			Ninguno	1

Instrucciones aritmético-lógicas

Sintaxis	Descripción	Rango	Operación	Banderines	Ciclos	
ADD	Rd,Rr	Suma sin carry	$d,r \in [0,31]$	$Rd \leftarrow Rd + Rr$	Z,N,V,C,H	1
ADC	Rd,Rr	Suma con carry	$d,r \in [0,31]$	$Rd \leftarrow Rd + Rr + C$	Z,N,V,C,H	1
ADIW	Rd,K	Suma inmediato con palabra	$d \in \{24,26,28,30\}$ $K \in [0,63], K > 0$	$Rd+1:Rd \leftarrow Rd+1:Rd + K$	Z,N,V,C	2
SUB	Rd,Rr	Resta sin carry	$d,r \in [0,31]$	$Rd \leftarrow Rd - Rr$	Z,N,V,C,H	1
SUBI	Rd,K	Resta inmediato	$d \in [16,31]$ $K \in [0,255]$	$Rd \leftarrow Rd - K$	Z,N,V,C,H	1
SBC	Rd,Rr	Resta con carry	$d,r \in [0,31]$	$Rd \leftarrow Rd - Rr - C$	Z,N,V,C,H	1
SBCI	Rd,K	Resta inmediato con carry	$d \in [16,31]$ $K \in [0,255]$	$Rd \leftarrow Rd - K - C$	Z,N,V,C,H	1
SBIW	Rd,K	Resta inmediato con palabra	$d \in \{24,26,28,30\}$ $K \in [0,63], K > 0$	$Rd+1:Rd \leftarrow Rd+1:Rd - K$	Z,N,V,C	2
AND	Rd,Rr	And lógica	$d,r \in [0,31]$	$Rd \leftarrow Rd \wedge Rr$	Z,N,V	1
ANDI	Rd,K	And lógica con dato inmediato	$d \in [16,31]$ $K \in [0,255]$	$Rd \leftarrow Rd \wedge K$	Z,N,V	1
OR	Rd,Rr	Or lógica	$d,r \in [0,31]$	$Rd \leftarrow Rd \vee Rr$	Z,N,V	1
ORI	Rd,K	Or lógica con dato inmediato	$d \in [16,31]$ $K \in [0,255]$	$Rd \leftarrow Rd \vee K$	Z,N,V	1
EOR	Rd,Rr	Exclusive or	$d,r \in [0,31]$	$Rd \leftarrow Rd \oplus Rr$	Z,N,V	1
COM	Rd	Complemento a 1	$d,r \in [0,31]$	$Rd \leftarrow \text{SFF} - Rd$	Z,N,V,C	1
NEG	Rd	Complemento a 2	$d,r \in [0,31]$	$Rd \leftarrow \$00 - Rd$	Z,N,V,C	1
INC	Rd	Incrementa	$d,r \in [0,31]$	$Rd \leftarrow Rd + 1$	Z,N,V	1
DEC	Rd	Decrementa	$d,r \in [0,31]$	$Rd \leftarrow Rd - 1$	Z,N,V	1
CLR	Rd	Poner a cero	$d,r \in [0,31]$	$Rd \leftarrow 0$	Z,N,V	1
SER	Rd	Poner todo a 1	$d,r \in [16,31]$	$Rd \leftarrow \text{SFF}$	Z,N,V	1
CP	Rd,Rr	Compara	$d,r \in [0,31]$	$Rd - Rr$	Z,N,V,C,H	1
CPC	Rd,Rr	Compara con carry	$d,r \in [0,31]$	$Rd - Rr - C$	Z,N,V,C,H	1
CPI	Rd,K	Compara inmediato	$d \in [16,31]$ $K \in [0,255]$	$Rd - K$	Z,N,V,C,H	1
MUL	Rd,Rr	Multiplica sin signo	$d,r \in [0,31]$	$R1:R0 \leftarrow Rd \times Rr$	Z,C	2
MULS	Rd,Rr	Multiplica con signo	$d,r \in [16,31]$	$R1:R0 \leftarrow Rd \times Rr$	Z,C	2
MULSU	Rd,Rr	Multiplica signo con sin signo	$d,r \in [16,23]$	$R1:R0 \leftarrow Rd \times Rr$ (Rd signed Rr unsigned)	Z,C	2
LSL	Rd	Desplazamiento lógico a la izquierda (Logical Shift Left)	$d \in [0,31]$	$Rd(n+1) \leftarrow Rd(n)$, $Rd(0) \leftarrow 0, C \leftarrow Rd(7)$	Z,C,N,V,H	1
LSR	Rd	Desplazamiento lógico a la derecha (Logical Shift Right)	$d \in [0,31]$	$Rd(n) \leftarrow Rd(n+1)$, $Rd(7) \leftarrow 0, C \leftarrow Rd(0)$	Z,C,N,V	1
ROL	Rd	Rotación a la izquierda (Rotate Left through Carry)	$d \in [0,31]$	$Rd(n+1) \leftarrow Rd(n)$, $Rd(0) \leftarrow C, C \leftarrow Rd(7)$	Z,C,N,V,H	1
ROR	Rd	Rotación a la derecha (Rotate Right through Carry)	$d \in [0,31]$	$Rd(n) \leftarrow Rd(n+1)$, $Rd(7) \leftarrow C, C \leftarrow Rd(0)$	Z,C,N,V	1
ASR	Rd	Desplazamiento aritmético a la derecha (Arithmetic Shift Right)	$d \in [0,31]$	$Rd(n) \leftarrow Rd(n+1)$, $Rd(7) \leftarrow Rd(7), C \leftarrow Rd(0)$	Z,C,N,V	1



Instrucciones de salto

Sintaxis		Descripción	Rango	Operación	Banderines	Ciclos
RJMP	dir	Salto relativo	$K = \text{dir} - (\text{PC}+1)$ $-2048 \leq K < +2047$	$\text{PC} \leftarrow \text{dir}$	Ninguno	2
JMP	dir	Salto	$0 \leq \text{dir} < 4M$	$\text{PC} \leftarrow \text{dir}$	Ninguno	3
IJMP		Salto indirecto		$\text{PC} \leftarrow Z$	Ninguno	2
RCALL	dir	Llamada a subrutina relativa	$K = \text{dir} - (\text{PC}+1)$ $-2048 < K < +2047$	$\text{STACK} \leftarrow \text{PC}+1$ $\text{PC} \leftarrow \text{dir}$	Ninguno	3
CALL	dir	Llamada a subrutina	$0 \leq \text{dir} < 16K$	$\text{STACK} \leftarrow \text{PC}+2$ $\text{PC} \leftarrow \text{dir}$	Ninguno	4
ICALL		Llamada a subrutina indirecta		$\text{STACK} \leftarrow \text{PC}+1$ $\text{PC} \leftarrow Z$	Ninguno	3
RET		Regreso de subrutina		$\text{PC} \leftarrow \text{STACK}$	Ninguno	4
RETI		Regreso de rutina de interrupción		$\text{PC} \leftarrow \text{STACK}$	I	4
CPSE	Rd,Rr	Compara, esquiva si iguales	$d, r \in [0,31]$	Si $Rd=Rr$ $\text{PC} \leftarrow \text{PC}+2$ (o 3)	Ninguno	1 o 2 o 3
SBRC	Rr,b	Esquiva si el bit b de Rr está a 0	$r \in [0,31]$ $b \in [0,7]$	Si $(Rr(b)=0)$ $\text{PC} \leftarrow \text{PC}+2$ (o 3)	Ninguno	1 o 2 o 3
SBRs	Rr,b	Esquiva si el bit b de Rr está a 1	$r \in [0,31]$ $b \in [0,7]$	Si $(Rr(b)=1)$ $\text{PC} \leftarrow \text{PC}+2$ (o 3)	Ninguno	1 o 2 o 3
SBIC	A,b	Esquiva si el bit b del registro I/O está a 0	$A \in [0,31]$ $b \in [0,7]$	Si $(I/O(A,b)=0)$ $\text{PC} \leftarrow \text{PC}+2$ (o 3)	Ninguno	1 o 2 o 3
SBIS	A,b	Esquiva si el bit b del registro I/O está a 1	$A \in [0,31]$ $b \in [0,7]$	Si $(I/O(A,b)=1)$ $\text{PC} \leftarrow \text{PC}+2$ (o 3)	Ninguno	1 o 2 o 3
BREQ	dir	Salta si iguales	$K = \text{dir} - (\text{PC}+1)$ $-64 \leq K < +63$	Si $(Z=1)$ $\text{PC} \leftarrow \text{dir}$	Ninguno	1 o 2
BRNE	dir	Salta si distintos	$K = \text{dir} - (\text{PC}+1)$ $-64 \leq K < +63$	Si $(Z=0)$ $\text{PC} \leftarrow \text{dir}$	Ninguno	1 o 2
BRCS	dir	Salta si C está a 1	$K = \text{dir} - (\text{PC}+1)$ $-64 \leq K < +63$	Si $(C=1)$ $\text{PC} \leftarrow \text{dir}$	Ninguno	1 o 2
BRCC	dir	Salta si C está a 0	$K = \text{dir} - (\text{PC}+1)$ $-64 \leq K < +63$	Si $(C=0)$ $\text{PC} \leftarrow \text{dir}$	Ninguno	1 o 2
BRLO	dir	Salta si menor, datos sin signo (C=0)	$K = \text{dir} - (\text{PC}+1)$ $-64 \leq K < +63$	Si $(C=1)$ $\text{PC} \leftarrow \text{dir}$	Ninguno	1 o 2
BRSH	dir	Salta si igual o mayor, datos sin signo (C=1)	$K = \text{dir} - (\text{PC}+1)$ $-64 \leq K < +63$	Si $(C=0)$ $\text{PC} \leftarrow \text{dir}$	Ninguno	1 o 2
BRMI	dir	Salta si negativo (N=1)	$K = \text{dir} - (\text{PC}+1)$ $-64 \leq K < +63$	Si $(N=1)$ $\text{PC} \leftarrow \text{dir}$	Ninguno	1 o 2
BRPL	dir	Salta si positivo (N=0)	$K = \text{dir} - (\text{PC}+1)$ $-64 \leq K < +63$	Si $(N=0)$ $\text{PC} \leftarrow \text{dir}$	Ninguno	1 o 2
BRHS	dir	Salta si H está a 1	$K = \text{dir} - (\text{PC}+1)$ $-64 \leq K < +63$	Si $(H=1)$ $\text{PC} \leftarrow \text{dir}$	Ninguno	1 o 2
BRHC	dir	Salta si H está a 0	$K = \text{dir} - (\text{PC}+1)$ $-64 \leq K < +63$	Si $(H=0)$ $\text{PC} \leftarrow \text{dir}$	Ninguno	1 o 2
BRTS	dir	Salta si T está a 1	$K = \text{dir} - (\text{PC}+1)$ $-64 \leq K < +63$	Si $(T=1)$ $\text{PC} \leftarrow \text{dir}$	Ninguno	1 o 2
BRTC	dir	Salta si T está a 0	$K = \text{dir} - (\text{PC}+1)$ $-64 \leq K < +63$	Si $(T=0)$ $\text{PC} \leftarrow \text{dir}$	Ninguno	1 o 2
BRVS	dir	Salta si V está a 1	$K = \text{dir} - (\text{PC}+1)$ $-64 \leq K < +63$	Si $(V=1)$ $\text{PC} \leftarrow \text{dir}$	Ninguno	1 o 2
BRVC	dir	Salta si V está a 0	$K = \text{dir} - (\text{PC}+1)$ $-64 \leq K < +63$	Si $(V=0)$ $\text{PC} \leftarrow \text{dir}$	Ninguno	1 o 2
BRIE	dir	Salta si I está a 1	$K = \text{dir} - (\text{PC}+1)$ $-64 \leq K < +63$	Si $(I=1)$ $\text{PC} \leftarrow \text{dir}$	Ninguno	1 o 2
BRID	dir	Salta si I está a 0	$K = \text{dir} - (\text{PC}+1)$ $-64 \leq K < +63$	Si $(I=0)$ $\text{PC} \leftarrow \text{dir}$	Ninguno	1 o 2
BRGE	dir	Salta si mayor o igual, datos con signo (S=0)	$K = \text{dir} - (\text{PC}+1)$ $-64 \leq K < +63$	Si $(N \oplus V=0)$ $\text{PC} \leftarrow \text{dir}$	Ninguno	1 o 2
BRLT	dir	Salta si menor, datos con signo (S=1)	$K = \text{dir} - (\text{PC}+1)$ $-64 \leq K < +63$	Si $(N \oplus V=1)$ $\text{PC} \leftarrow \text{dir}$	Ninguno	1 o 2

Test (CP Rd,Rr)	Booleana	Mnemonic	Comentario
$Rd \geq Rr$	$(N \oplus V) = 0$	BRGE	Signo
$Rd < Rr$	$(N \oplus V) = 1$	BRLT	Signo
$Rd = Rr$	$Z = 1$	BREQ	Signo/Sin signo
$Rd \neq Rr$	$Z = 0$	BRNE	Signo/Sin signo
$Rd \geq Rr$	$C = 0$	BRCC/BRSH	Sin signo
$Rd < Rr$	$C = 1$	BRCS/BRLO	Sin signo

